

# Ciències de la terra i societat. La recerca en geologia aplicada

David Brusi

**A** final d'agost del 2005 més de 500 experts de tot el món es varen reunir a Barcelona per discutir sobre la davallada de l'interès dels joves per la ciència. És sorprenent que el paper creixent en la societat i en l'economia de la ciència i la tecnologia es produeixi a la vegada que disminueix el nombre d'estudiants que trien el batxillerat científic o que accedeixen a carreres de ciències a la universitat.

Les causes d'aquest fenomen són, possiblement, complexes i molt diverses. Els darrers anys s'ha debatut aquest problema i s'ha aixecat algun crit d'alerta sobre els motius que el poden ocasionar: la disminució de la presència de la ciència als currículums de secundària, potser la mateixa manera d'ensenyar ciència a les aules, la imatge sacrificada i mal remunerada de la professió de científic o l'aparició exponencial de noves titulacions amb un elevat grau d'especialització, entre d'altres.

Les ciències de la terra no s'escapen a aquesta tendència. Contrasta la seva gran capacitat d'aplicació a la gestió territorial i a nombrosos sectors econòmics amb la desaparició de l'assignatura de geologia al batxillerat o amb la davallada d'alumnes que entren a les facultats per estudiar aquesta carrera. Són importants els coneixements geològics per a un país i per a les persones que hi viuen? Quin és el treball dels geòlegs?

Recentment i amb insistència la geologia ha aparegut en els titulars dels diaris, a les notícies de ràdio i televisió, als debats dels mitjans de comunicació. L'actualitat ha posat els termes geològics en boca de les administracions públiques, dels polítics i de la majoria dels ciutadans.

Els exemples són molt diversos: els riscos del traçat del TGV, el debat sobre els transvasaments hidrològics i la «nova cultura de l'aigua», el tsunami del sud-est asiàtic, els enfonsaments del barri



*Per als estudis geotècnics cal obtenir testimonis de sondatges i provetes d'assaig per tal de realitzar les determinacions que seran d'utilitat en els projectes constructius.*

del Carmel, la protecció del paisatge, l'esgotament del petroli, la contaminació per nitrats dels aqüífers, etc.

Sembla doncs evident que la geologia constitueix un instrument al servei de la presa de decisions territorials i, alhora, aporta un conjunt de coneixements que especialistes o profans poden necessitar més sovint del que podríem pensar.

La recerca en geologia aplicada a la Universitat de Girona va arrencar amb l'antic Col·legi Universitari, l'any 1968, i s'ha perllongat fins als nostres dies, amb les múltiples activitats d'investigació i transferència que es desenvolupen a l'Àrea de Geodinàmica Externa del Departament de Ciències Ambientals de la UdG. Avui,



– S'han publicat, a escala 1:10.000 (o similars), els mapes geològics de 18 municipis: Sant Feliu de Guíxols (1978), Castell-Platja d'Aro-S'Agaró (1980), Girona (1982), Cassà de la Selva (1982), Maçanet de la Selva (1982), Santa Cristina d'Aro (1985), Palamós (1987), Palafrugell (1990), Regencós (1991), Begur (1991), Tossa de Mar (1991), Calonge (1992), Mont-ras (1992), Pals (1992), Santa Coloma de Farners (1993), Besalú (1997), Roses (1999) i Lloret de Mar (2003).

– Els mapes del vulcanisme han estat 3, publicats a una escala aproximada 1:25.000: *La Garrotxa*, *El Gironès* i *L'Alt i Baix Empordà*.

S'han publicat també 9 mapes geomorfològics de diverses unitats de relleu o termes municipals: *Depressió de la Selva* (1983), *El Montgrí* (1983), *Conca del Ridaura* (1985), *Palamós* (1987), *Plana del Baix Empordà* (1989), *Tossa de Mar* (1993), *Santa Coloma de Farners I i II* (1994), *Sant Feliu de Guíxols* (1996).

*La Cartografia Temàtica de les Terres Gironines* ha estat una col·lecció iniciada l'any 1993 sota el patrocini de la Diputació de Girona amb la voluntat de proporcionar una informació útil per a la gestió territorial. Amb una escala aproximada 1:200.000 s'han publicat els següents mapes:

– *Topografia* (1993), *Unitats cronoestratigràfiques* (1993), *Morfologia* (1993), *Edafolitologia* (1993), *Estructura* (1994), *Litologia* (1994), *Unitats de relleu* (1995), *Roques industrials* (1995), *Hidrografia* (1996), *Aqüífers* (1997), *Formacions superficials* (1998), *Geotècnia* (1998), *Processos geològics actius* (1999), *Condicions constructives* (1999), *Recursos geològics* (2000), *Aigües minerals termals i/o*

*Danys causats pel desbordament de la riera de Calonge l'octubre passat.*



CARLES ROQUÉ



*La divulgació del patrimoni geològic i la didàctica de la geologia han estat una constant en la trajectòria de l'Àrea de Geodinàmica, a través de diferents cursos i publicacions.*

*carbòniques* (2000), *Aigües minerals no termals* (2001), *Termopluiometria* (2001), i *Patrimoni geològic* (2004).

També s'ha participat activament en la producció cartogràfica de les terres gironines endegada per organismes oficials:

– En els mapes de l'Institut Geològic y Minero de España (actual IGTE) de la Sèrie Magna a escala 1:50.000, en els fulls de Blanes (1983), Sant Feliu (1983), Santa Coloma (1983), Palafrugell (1983), i l'Estartit (1983). També en els mapes *Geomorfológico de España y del margen continental* (2004) o *Geomorfológico de Cataluña* (2005).

– En els mapes a escala 1:25.000 editats per l'Institut Cartogràfic de Catalunya corresponents als fulls de Banyoles (1997), Sarrià de Ter (1997), Girona (2003), Olot (2003) i Palafrugell (2004).

## 2. Els estudis geotècnics

La geotècnia és una de les branques més aplicades de les ciències de la terra. Quin tipus de fonaments s'han de fer en un edifici? Quines càrregues pot suportar un terreny? Es pot fer un soterrani en un lloc on hi hagi aigua subterrània prop de la superfície? Pot patir la ciutat de Girona els problemes del barri del Carmel amb el pas del TGV? Els estudis geotècnics són una eina imprescindible per fonamentar correctament els projectes constructius d'obra civil, d'obra pública o d'enginyeria. L'objectiu d'aquests treballs és la determinació de la geometria de les formacions geològiques i de les característiques físiques o químiques que poden influir en la seguretat de les obres.

Els estudis geotècnics pretenen proporcionar la informació prèvia necessària a la realització d'una obra als arquitectes, enginyers civils i projectistes. Es fonamenten en la realització de sondeigs de reconeixement directes (perforacions o excavacions) o indirectes

(mètodes geofísics), i molts assaigs sobre el terreny i al laboratori amb aparells que permeten establir les característiques mecàniques dels sòls o de les roques o la seva agressivitat química enfront dels materials de construcció. Amb aquestes dades, els geòlegs realitzen els càlculs pertinents i emeten els informes que faciliten als experts el disseny de fonaments i estructures, la minimització de costos constructius o l'eliminació de determinats riscos.

Aquesta línia de treball es va iniciar a l'Àrea de Geodinàmica de la UdG l'any 1997, i s'ha mantingut fins avui de manera ininterrompuda en col·laboració amb empreses d'aquest ram. Els laboratoris de geologia de la UdG s'han dotat dels equipaments més moderns necessaris per realitzar els assaigs i determinacions físiques i químiques. Els més de 1.200 informes geotècnics realitzats al llarg dels darrers anys són el millor aval de l'experiència aconseguida en aquest tipus de recerca i una de les millors proves de la utilitat de la geologia. Arreu de les nostres comarques trobaríem exemples de cases particulars, edificis públics, ponts o carreteres que han estat projectats sobre la base d'aquest coneixement geològic.

### 3. L'avaluació dels recursos geològics

Les cartografies detallades i els estudis específics permeten als geòlegs analitzar els materials de l'escorça terrestre i el seu possible aprofitament per a usos industrials, constructius, agrícoles o culturals. Els recursos geològics són tots els elements sòlids, líquids o gasosos que es troben en un territori i que es presenten en concentracions suficients per ser explotats: les roques, els sediments no consolidats, els minerals, les fonts geoenergètiques, les aigües superficials o subterrànies potser en són els exemples més evidents. També cal considerar, però, aquells elements que tenen un especial valor científic, patrimonial o paisatgístic.

L'avaluació dels recursos geològics permet conèixer la seva abundància, disponibilitat i renovabilitat. D'aquesta manera es pot plantejar una gestió acurada i sostenible que compatibilitzi la seva explotació amb les mesures de conservació o protecció pertinents.

L'Àrea de Geodinàmica de la UdG també té oberta una línia de treball en aquest camp. La seva experiència s'ha desenvolupat especialment en els informes elaborats a petició d'administracions i empreses en estudis de roques ornamentals i de construcció, terreres per a usos ceràmics, gestió de conques hidrogràfiques, captació d'aigües subterrànies, jaciments d'àrids naturals, i catalogació de punts d'interès geològic.

### 4. L'anàlisi dels riscos naturals

El coneixement d'un territori permet determinar quins processos geològics s'hi poden considerar actius, per tal d'avaluar la seva perillositat i probabilitat d'ocurrència i definir les àrees que potencialment poden patir els seus efectes. Entre els diversos riscos geològics destaquen pel seu caràcter especialment catastròfic els



CARLES ROQUE

*El patrimoni geològic es pot considerar també un recurs. Les comarques gironines constitueixen un territori excepcional pel que fa als punts d'interès geològic. A la imatge, la cinglera de Castellfollit de la Roca.*

que tenen el seu origen en la dinàmica interna del planeta: els fenòmens sísmics i les erupcions volcàniques. Tot i la presència de volcans i la constància històrica de grans terratrèmols, a les comarques de Girona aquests fenòmens tenen una probabilitat d'ocurrència menor que altres de més freqüents que tenen a veure amb la dinàmica externa de la Terra o amb les característiques dels materials geològics.

Des de l'Àrea de Geodinàmica Externa de la UdG s'han realitzat nombrosos treballs de recerca sobre la caracterització i cartografia dels riscos geològics i es reben sovint encàrrecs d'organismes públics o particulars per realitzar estudis sobre:

- delimitació de zones inundables
- determinació del risc de desprendiments rocallosos o esllavissaments
- enfonsaments per col·lapse
- identificació de zones amb argiles expansives
- càlculs d'erosionabilitat del terreny
- efectes de la dinàmica marina sobre la zona costanera.

Els resultats d'aquests treballs aporten una informació molt valuosa per a la presa de decisions en planificació territorial, qualificacions urbanístiques, disseny de plans d'evacuació o en l'adopció de mesures preventives per a la mitigació dels riscos.

Els darrers anys, el desenvolupament de nous mètodes d'integració de la informació a partir de les tecnologies dels sistemes d'informació geogràfica ens ha permès aconseguir resultats cartogràfics interactius. El processament automàtic de les dades obtingudes ens facilita avui la possibilitat de relacionar totes les característiques geològiques amb altres variables territorials i realitzar simulacions o respondre a nous problemes plantejats.



### 5. L'avaluació d'impactes ambientals

L'increment de la preocupació pel territori i per la sostenibilitat del seu ús ha conduït al desenvolupament de lleis que protegeixen el medi natural. Actualment només s'autoritzen projectes públics o privats que puguin tenir incidència sobre el medi després de fer una avaluació prèvia dels seus efectes mitjançant els informes d'impacte ambiental. Aquests informes es converteixen així en un instrument de caràcter preventiu que permet adoptar anticipadament les mesures necessàries per evitar o reduir els impactes que podrien causar algunes obres o activitats. Ocasionalment també serveixen per determinar, a posteriori, l'impacte que hagi pogut causar la seva execució o funcionament i recomanar les accions de restauració pertinents.

Les aportacions de les ciències de la terra a aquest tipus de treballs han obert una nova porta a l'aplicació dels coneixements geològics. Des de l'Àrea de Geodinàmica Externa de la UdG la realització d'informes sobre impacte ambiental ha estat un camp de recerca en progressió creixent. Entre d'altres exemples destaquen:

- Els estudis de vulnerabilitat del terreny en l'emplaçament d'activitats potencialment contaminants com indústries, gasolineres, abocadors, cementiris, etc.
- Les cartografies d'atribució d'usos territorials per a la localització d'activitats.
- Els estudis d'impacte de determinades obres públiques com carreteres, traçats ferroviaris, ports esportius, obres hidràuliques, etc.
- Els projectes de restauració d'activitats extractives.
- Els treballs d'estabilització de talussos o construcció de túnels.
- L'avaluació de la presència i/o dispersió de contaminants en les aigües subterrànies.
- L'afectació d'algunes obres sobre el patrimoni geològic.
- Els peritajes geològics en processos judicials per delictes ambientals.

### 6. La divulgació del patrimoni geològic i la didàctica de la geologia

Des del seu origen, el grup de geòlegs de la UdG ha participat activament en un gran nombre d'iniciatives per a la divulgació dels coneixements geològics en general i, ja amb més detall, del patrimoni natural de les comarques gironines. Més enllà de l'estreta relació amb el professorat de secundària a través de cursos de formació, s'ha participat en una bona quantitat de publicacions didàctiques o, fins i tot, s'han impulsat projectes d'edició propis.

Per tal de donar a conèixer alguns d'aquests treballs de divulgació de la geologia als estudiants o públic en general podríem indicar, per exemple:

- L'*Itinerari geològic de Banyoles* (publicat per EUMO l'any 1990), l'*Itinerari de geologia urbana per Barcelona* (publicat per l'ICE de la UAB l'any 1989), o el llibre-guia sobre *La pedra de Girona* (publicat per l'Ajuntament de Girona l'any 1998).

- La participació en llibres de text per a ESO i batxillerat d'algunes editorials d'abast estatal o autonòmic.
- La publicació de la col·lecció de guies de camp Dialogant amb les Pedres, de la qual s'han editat fins ara 11 volums: *Itinerari geològic pel pre-Pirineu Gironí* (1991), *El modelat granític del TM de Santa Coloma de Farners* (1994), *Cartografia geoambiental de la conca del Ridaura* (1995), *Itinerari geològic pel camí de ronda de S'Agaró* (1996), *El vulcanisme de la vall de Llèmena* (1997), *Itinerari geològic per l'Ardenya* (1998), *Les fonts de les Gavarres* (1999), *El vulcanisme de la Selva* (2000), *Les manifestacions hidrotermals de les comarques gironines* (2001), *Itinerari geològic pel Figueró-Montmany* (2002) i *Itinerari geològic per Caldes de Malavella* (2003).
- Els llibres *El medi natural de les terres gironines* (UdG, 1992), *Geologia de Girona* (AEPECT-UdG, 2002) o *Patrimoni geològic de Catalunya* (Enresa, 2004).

També en aquesta línia cal remarcar que, des de l'any 1995 i de manera ininterrompuda, des de l'Àrea de Geodinàmica de la UdG s'ha assumit la responsabilitat d'acollir la seu editorial de l'AEPECT (Associació Espanyola per a l'Ensenyament de les Ciències de la Terra). Des de Girona, doncs, s'editen i es distribueixen per tot l'Estat i per la majoria dels països llatinoamericans les seves publicacions:

- La revista *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, amb un tiratge de 1.500 exemplars.
- La col·lecció de quaderns didàctics i CD.
- La sèrie *Itineraris: Geocuba, Geopirineos o Geoantártida*.

### A TALL DE CONCLUSIÓ

Voldríem remarcar que aquesta relació de la projecció de l'activitat de recerca en geologia aplicada de la Universitat de Girona no pretén ser altra cosa que un testimoniatge de la vocació de servei i capacitat de transferència de coneixement a la societat que ens envolta.

David Brusi. Àrea de Geodinàmica Externa. Departament de Ciències Ambientals. Facultat de Ciències UdG.

